

УДК 622.23.05

КОНСТРУКЦИИ БАРОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

Шугалов О.Е. – магистрант гр. МРМ-191,
Научный руководитель – Садовец В.Ю. к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
им. Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Баровая машина, применяемая в землеустройстве, представляет собой землеройную машину (трактор или иное самоходное шасси на гусеничном или пневмоколесном ходу), имеющую баровый рабочий орган [1-11]. Главными задачами таких машин являются:

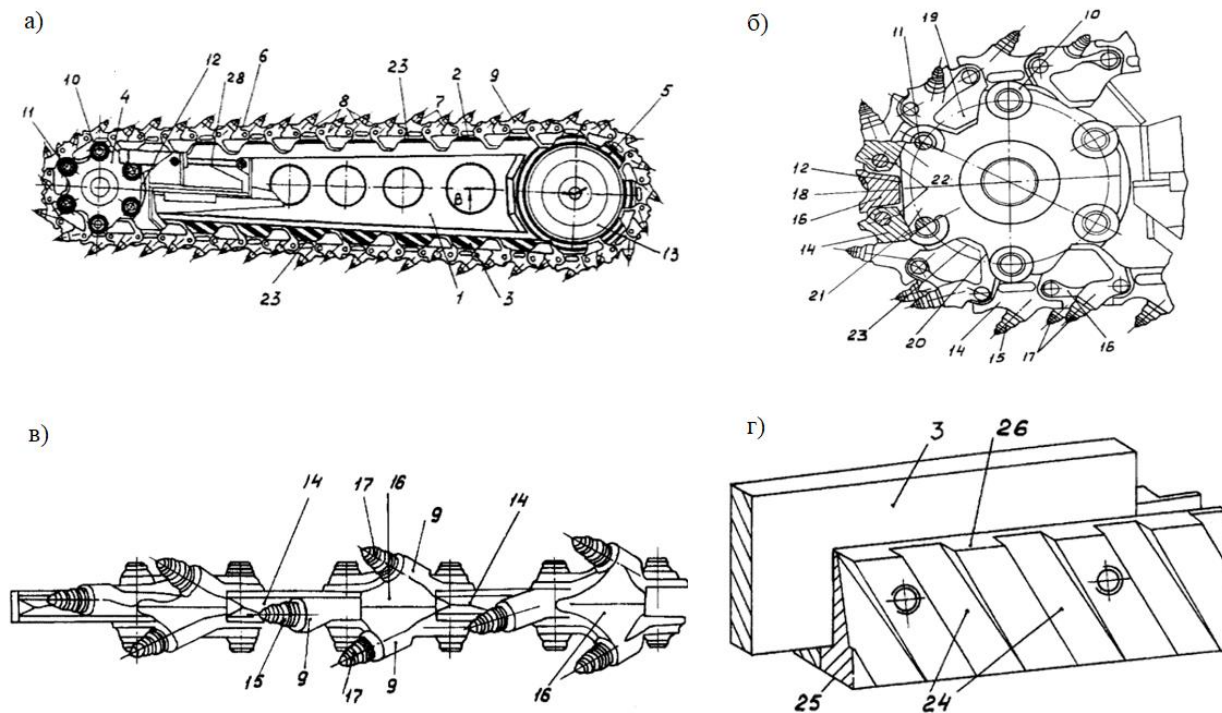
- создание щелей и траншей в грунте;
- рыхление прочного либо мерзлого грунта в процессе работы.

Рабочий орган баровой машины располагается в вертикальной плоскости, при этом перемещение машины происходит в горизонтальной плоскости. Баров может быть несколько, ширина щелей варьируется от 0,14 до 0,5 метров при глубине щели 1—6 метров. Скорость прорезания зависит от прочности грунта и условий работы и может составлять от 2 до 1000 м/ч. Трансмиссия шасси баровой машины дооборудуется ходоуменьшителем, с помощью которой машина перемещается с небольшой рабочей скоростью, а режущая цепь барового устройства приводится в действие от гидросистемы трактора либо механически от вала отбора мощности [12-21].

Достоинствами оснащенных баровыми рабочими органами машин являются: высокая производительность, удобство эксплуатации и простота конструкции. В качестве недостатков можно отметить значительные затраты мощности на преодоление трения в цепи, работающей с высокими абразивными свойствами, увеличение энергозатрат рабочего процесса из-за измельчения грунта, а также необходимость частых замен значительного количества резцов в полевых условиях приводит к ухудшению эксплуатационных качеств машины и увеличению материальных затрат [22-31].

Стоит отметить, что скорость экскавации грунта при использовании специализированного траншейного экскаватора, оснащенного баровым органом, гораздо выше по сравнению с одноковшовым экскаватором, поэтому происходит повышение уровня рентабельности и производительности, если объем работ достаточно велик. Кроме того, из траншеи извлекается требуемое для прокладки трубы и кабеля количество грунта, траншея остается чистой и подготовленной к укладке. Из-за мелкого измельчения грунта в процессе экскавации его удобно использовать для засыпки траншеи, что является несомненным плюсом по сравнению с одноковшовым экскаватором.

Конструкция рабочего органа землеройной машины представлена на Рисунке 1.



1-рама, 2-поддерживающая направляющая рама, 3-опорная направляющая рама, 4-ведущее колесо, 5-опорное колесо, 6-цепь, 7-резцы цепи, 8-звено цепи, 9-гнезда, 10-спаренные ролики, 11-оси, 12-лыска ведущего колеса, 13-ступица, 14-звено тип 1, 15-средний резец, 16-звено тип 2, 17-боковые резцы, 18-опорная поверхность звена 16, 19-эвольвентные зубья, 20-боковые поверхности эвольвентных зубьев, 21-цилиндрическая опорная поверхность звеньев 14, 22-опорная поверхность звена 14, 23-вершина эвольвентного зуба

а) рабочий орган землеройной машины; б) ведущее колесо землеройной машины;
 в) цепь землеройной машины; г) опорная направляющая рамы

Рисунок 1 – Рабочий орган землеройной машины

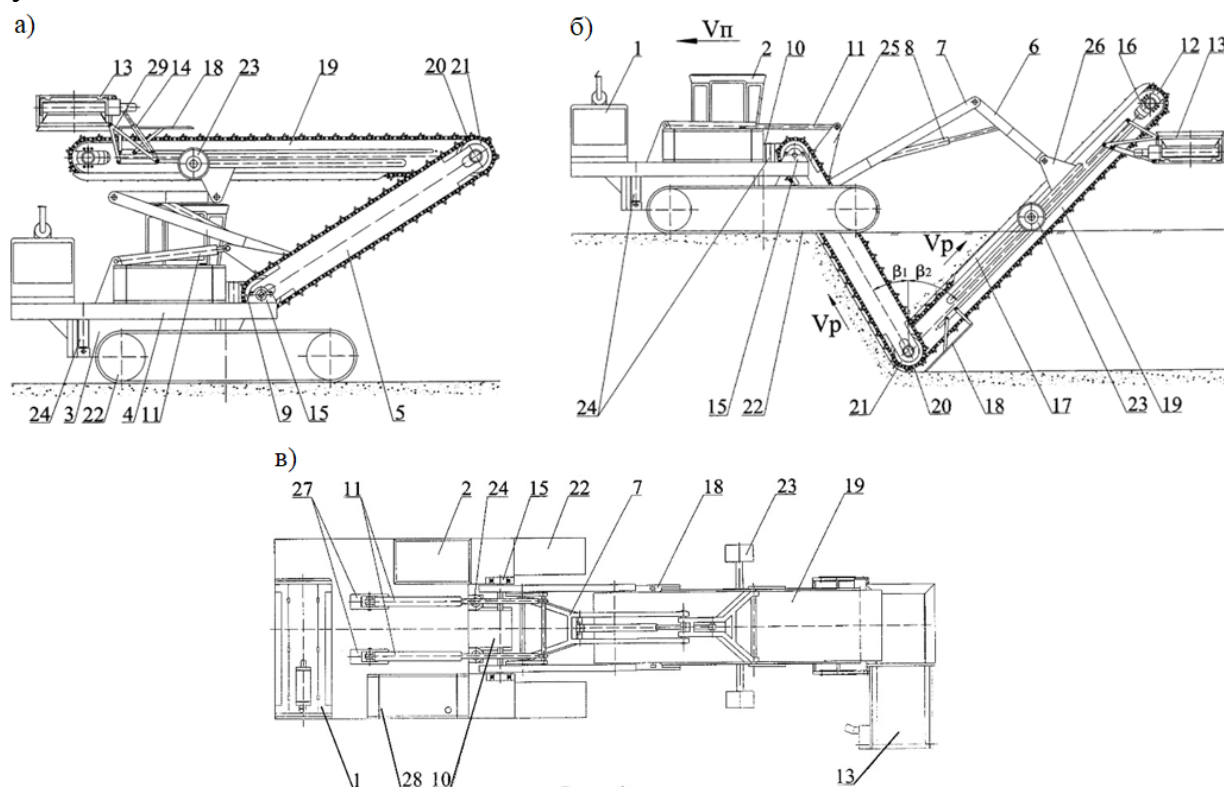
Данная рама имеет места для крепления спаренных ведущих и ведомых звезд. На ее верхней поверхности расположена поддерживающая направляющая рама, на нижней части опорная направляющая, они фиксируют цепь в поперечном направлении. Опорная направляющая имеет выступы, которые предотвращают заштыбовку цепи. В самой раме имеются отверстия, также предотвращающие заштыбовку и позволяющие уменьшить массу конструкции. Между направляющими расположен механизм натяжения.

Спаренные ролики ведущего колеса при вращении взаимодействуют с боковыми поверхностями эвольвентных зубьев и передают на цепь тяговое усилие, вследствие чего, цепь приводится в движение. Рабочий орган устанавливается на грунт, далее резцы цепи вступают в работу, образуя щелевую выработку. Спаренные ролики взаимодействуют с цилиндрической поверхностью колеса и цилиндрической опорной поверхностью звеньев, благодаря чему цепь имеет равномерную нагрузку, а усилия перераспределяются на звеньях.

Срок службы рабочего органа повышается из-за того, что ролики изнашиваются равномернее благодаря большей прочности, а количество зубьев значительно превышает количество зубьев на звездочке при одновременном

сокращении времени и частоты их контакта с тяговыми элементами ведущего колеса.

Конструкция бесковшевого цепного траншекопателя представлена на Рисунке 1.



- 1 - силовая установка привода механизмов; 2 - кабина управления; 3 - опорная рама; 4 - платформа; 5 - цепной многорезцовый исполнительный орган; 6 - первая промежуточная рама; 7 - вторая промежуточная рама; 8 - гидроцилиндр складывания и раскладывания центрального исполнительного органа; 9 - ведущая звездочка цепного многорезцового исполнительного органа; 10 - редуктор привода цепных многорезцовых исполнительных органов; 11 - механизм опускания и подъема рабочего органа (всех исполнительных органов); 12 - ведущая звездочка центрального исполнительного органа; 13 - транспортер; 14 - гидроцилиндр вращения транспортера; 15 - цапфа; 16 - редуктор привода центрального исполнительного органа; 17 - борт; 18 - зачистное устройство; 19 - центральный исполнительный орган; 20 - ведомая звездочка центрального исполнительного органа; 21 - ведомая звездочка цепного многорезцового исполнительного органа; 22 - механизм передвижения опорной рамы; 23 - опорные катки; 24 - механизм подъема платформы; 25, 26, 29 - кронштейны; 27 - А-образная стойка; 28 - емкости для горюче-смазочных материалов.

а) в транспортном положении; б) в рабочем положении; в) вид сверху

Рисунок 2 – Бесковшевый цепной траншекопатель

Подобная конструкция состоит из двух цепных многорезцовых исполнительных органов и центрального органа конвейерного типа. Рама многорезцового органа имеет места для крепления ведущей и ведомой звёзд. Отверстие для ведомой звезды выполнено в виде паза, что позволяет регулировать натяжение цепи. Две ведомые звезды многорезцовых органов расположены на одном валу с ведомой звездочкой центрального исполнительного органа.

Рама центрального исполнительного органа также имеет места для крепления звёзд. Отверстие, предназначенное для ведущей звездочки, выполнено в виде паза нужного для натяжения. На раму устанавливается транспортёр для отведения грунта. Вдоль рамы могут перемещаться катки для повышения устойчивости конструкции. Зачистное устройство, закреплённое на центральной раме, имеет цепную передачу, которая находится внутри рамы, а имеющиеся по всей длине рамы борта не позволяют осыпаться грунту. Также на центральной раме расположен кронштейн, к которому крепится промежуточная.

Принцип работы подобного траншеекопателя заключается в следующем. Рабочее оборудование выводится из транспортного положения путем воздействия гидроцилиндра, который установлен на второй промежуточной раме, на первую промежуточную раму. Рабочий орган заглубляется вследствие вращения приводных звездочек, а механизм опускания и подъема рабочего органа регулирует наклон рамы на определенный угол β_1 . Далее происходит регулировка необходимого угла наклона β_2 центрального исполнительного органа. Углы β_1 и β_2 регулируются в зависимости от физико-механических и прочностных свойств грунтовой среды и степени износа режущего инструмента при заглублении рабочего органа, а также в процессе работы траншеекопателя. Необходимая глубина отрывания траншеи устанавливается с помощью механизма подъема платформы. Опорные катки, расположенные на центральном исполнительном органе, опускаются на грунт обеспечивая жесткость конструкции при работе траншеекопателя. Также на центральном исполнительном органе располагается транспортер, который выдвигается в сторону траншеи для выведения отработанного грунта. Зачистное устройство с помощью цепной передачи, расположенной внутри центрального исполнительного органа, переводится в рабочее положение после начала движения.

Прорезание грунта происходит с помощью двух цепных многолезцовых исполнительных органов, которые прорезают узкие щели, а центральный исполнительный орган снизу подрезает образовавшуюся призму грунта и сам же транспортирует его на транспортер. Далее грунт попадает на обочину либо в транспортное средство. Борта, прикрепленные с боков центрального исполнительного органа, обеспечивают чистоту траншеи тем, что не позволяют отколовшемуся грунту обрушиться на дно траншеи.

Выводы. В конструкции рабочего органа землеройной машины цепь жестко закреплена на нем в поперечном направлении за счет обхвата зубьями звезд звеньев цепи и имеющихся опорных направляющих рамы. Это позволяет обеспечить спокойный и уравновешенный режим работы резцов в забое. Лыски ведущего колеса и взаимодействие зубьев с ступицей опорного колеса обеспечивают радиальные зазоры между цилиндрическими поверхностями колёс и опорными поверхностями. Пазы на опорной направляющей рамы предотвращают заштыбовку цепи. Также достоинством подобной конструкции является то, что узлы рабочего органа в случае выхода из строя легко заменяются на новые.

Конструкция траншеекопателя также имеет ряд достоинств: есть возможность регулирования необходимой глубины отрываемой траншеи, снижены тяговые усилия, жесткость рабочего органа обеспечивается конструктивной треугольной замкнутой схемой и опорных катков.

Таким образом, первая конструкция является более простой и не предотвращает обрушение вырытого грунта на дно траншеи, а вторая за счет сложной конструкции позволяет получить более чистую поверхность.

Список литературы:

1. Павлов, В. П. Машины для земляных работ: синтез технологий, проектирование, эффективность / Павлов В. П. - Красноярск: СФУ, 2016. - 328 с.

2. Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Геовинчестерная технология и геходы - инновационный подход к освоению подземного пространства // Эксперт-Техника. 2008. № 1. С. 54-58.

3. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование необходимости создания исполнительного органа гехода для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2016. - №6. - С. 8-14.

4. Оценка применимости баровых исполнительных органов для геходов/ А.Н. Ермаков, А.В. Дементьев // IV Всероссийская научно-практическая конференция с элементами научной школы для студентов и учащейся молодежи. - Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2013. - С. 160–162

5. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Формирование нового подхода к синтезу технических и конструктивных решений геходов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. Т. 3. №12. С. 194-210.

6. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A. Substantiation of characteristic bending points of the blade operating body of the geokhod // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. electronic edition. 2018. С. 012005.

7. Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. Reasoning of the model sizes in modeling the interaction between tool and rock // В сборнике: E3S Web of Conferences. 3rd International Innovative Mining Symposium, PIMS 2018: Electronic edition. 2018.

8. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Оценка необходимости создания крепевозводящего модуля гехода // В сборнике: Перспективы инновационного развития угольных регионов России. Сборник трудов IV Международная научно-практическая конференция. Редакционная коллегия: Пудов Е.Ю. (ответственный редактор), Клаус О.А. (ответственный редактор), Бершполец С.И., Конопля А.А., 2014. С. 346-349.

9. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Влияние параметров образующей геликоида на форму ножевого исполнительного органа гехода // В сборнике: ПРИРОДНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ. СИБРЕСУРС

2016. сборник материалов XVI международной научно-практической конференции. 2016. С. 51.

10. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А., Резанова Е.В. Граничные условия определения характерных точек ножевого исполнительного органа геодохода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 2 (126). С. 166-173.

11. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование величины прикладываемых к забою нагрузок при моделировании взаимодействия инструмента и породы // Техника и технология горного дела. 2018. № 1 (1). С. 11-19.

12. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Y., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. Impact of the number of blades of the geokhod cutting body on the energy intensity of the rock destruction // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. The conference proceedings ISPCIET 2019. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslav-the-Wise Novgorod State University". 2019. С. 012002.

13. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Прейс Е.В., Пашков Д.А. Совершенствование математической модели определения силовых параметров ножевого исполнительного органа геодохода // Горное оборудование и электромеханика. 2018. № 5 (139). С. 16-22.

14. Садовец В.Ю., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю. Разработка модели взаимодействия ножевого исполнительного органа геодохода с геосредой // Технологии и материалы. 2015. № 1. С. 36-41.

15. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. Impact of the inclination angle of a blade of the geokhod cutting body on the energy intensity of rock destruction // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. The conference proceedings ISPCIET 2019. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslav-the-Wise Novgorod State University". 2019. С. 012003.

16. Горбунов В.Ф., Аксёнов В.В., Садовец В.Ю. Экспертная оценка влияния особенностей нового класса горнопроходческой техники на методику расчета его параметров // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2004. № 6-1 (43). С. 43-45.

17. Aksenov V.V., Blaschuk M.Y., Dubrovskii M.V. Estimation of torque variation of geokhod transmission with hydraulic drive // Applied Mechanics and Materials. 2013. Т. 379. С. 11-15.

18. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геодохода // В сборнике: Инновационные технологии и экономика в машиностроении. Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых. 2010. С. 492-496.

19. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Блащук М.Ю., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Хорешок А.А., Вальтер А.В. Геодоход: задачи, характеристики, перспективы // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 3-8.

20. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Ананьев К.А., Ермаков А.Н. Разработка схемных решений исполнительных органов геоходов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2014. № 3. С. 73-76.

21. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Структурная матрица геоходов // В сборнике: СЛУЖЕНИЕ ДЕЛУ. Сборник материалов, посвященный 80-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации М.С. Сафохина. Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. Кемерово, 2006. С. 90-100.

22. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 1 предпосылки и основные положения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 4 (128). С. 105-114.

23. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Буялич Г.Д., Бегляков В.Ю. Влияние уступа на НДС призабойной части горной выработки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № S2. С. 55-67.

24. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 2 // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 5 (129). С. 43-52.

25. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Влияние динамических процессов, формирующихся в рабочих режимах, на силовые параметры ножевого исполнительного органа геохода // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № S10. С. 91-106.

26. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Разработка методики определения энергоемкости разрушения горной породы ножевым исполнительным органом геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2019. № 2 (142). С. 30-38.

27. Nesterov V., Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D., Beysebayeva Zh. Determination of the energy capacity of face rock breaking by the geokhod's knife operating element and its dependence on the external propeller's pitch // В сборнике: E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 03024.

28. Аксенов В.В., Магазов С.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Геодинамика подземных аппаратов. Формула специальности, области исследований // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2020. № 2 (138). С. 31-41.

29. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Коперчук А.В., Блащук М.Ю., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Создание проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 2 (148). С. 3-12.

30. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А., Захаров А.Ю. Влияние формы режущей кромки на силу резания ножевым исполнительным органом // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 1 (147). С. 30-36.

31. Аксенов В.В., Магазов С.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю., Коперчук А.В., Пашков Д.А. Центр испытаний проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 4 (150). С. 65-70.